Zusammenhang zwischen Jodgehalt des Trinkwassers und des Bodens und der Kropfhäufigkeit im Saarland

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Richard Berberich

Saarbrücken

1969

Aus dem Institut für Biophysik der Universität
des Saarlandes
Direktor: Prof Dr. rer. nat. H. Muth

Zusammenhang zwischen Jodgehalt des Trinkwassers und des Bodens und der Kropfhäufigkeit im Saarland

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N
zur Erlangung der Doktorwürde der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1969

vorgelegt von
Richard Berberich
geb. am 1o. 4. 1944 in Neunkirchen/Saar

Dekan: Prof. Dr. med. H. Witter
Referent: Prof. Dr. rer. nat..Dr. med. E. Oberhausen

Promotionsdatum: 3. 7. 1969

Inhaltsangabe

I.	Einleitung	1
II.	Statistische Auswertung der Diagnosen des Radiojodtestes in den Jahren 1965 - 1967 in Bezug auf:	7
	A. Schilddrüsenfunktion.	7
	B. Schilddrüsengröße.	15
	C. Kropfhäufigkeit im Saarland.	21
III.	Messung des Jodgehalts des Trinkwassers aus verschiedenen Gebieten des Saarlandes.	26
	A. Methode.	26
	B. Meßwerte und ihre Verteilung auf das Saarland.	33
IV.	Messung des Jodgehalts von Bodenproben aus verschiedenen Gebieten des Saarlandes.	38
	A. Methode.	38
	B. Meßwerte und ihre Verteilung auf das Saarland.	41
V.	Diskussion.	48
VI.	Zusammenfassung.	52
VII.	Literaturverzeichnis.	54
VIII.	Anhang.	

UNIV. LEIDEN BIBL.

I. Einleitung

Schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts hat das gehäufte Auftreten von Strumen in bestimmten Gebieten im medizinischen Schrifttum größte Beachtung gefunden. Bis heute ist auf diesem Gebiet eine sehr große Zahl von Arbeiten erschienen, die sich fast ausnahmslos mit der geographischen Verbreitung im Zusammenhang mit der Ätiologie der Strumen beschäftigen. Die erste kartographische Übersicht über das Vorkommen des endemischen Kropfes in Mitteleuropa stammt aus dem Jahre 1883. Sie wurde von BIRCHER sen. (2) verfaßt. Diese Karte wurde im Jahre 1939 von PFLÜGER (22) überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht. Sie basiert auf den Musterungsbefunden und auf Schuluntersuchungen der einzelnen Gebiete. PFLÜGER unterscheidet dabei nach der Häufigkeit der Strumen vier verschiedene Kropfgebiete.

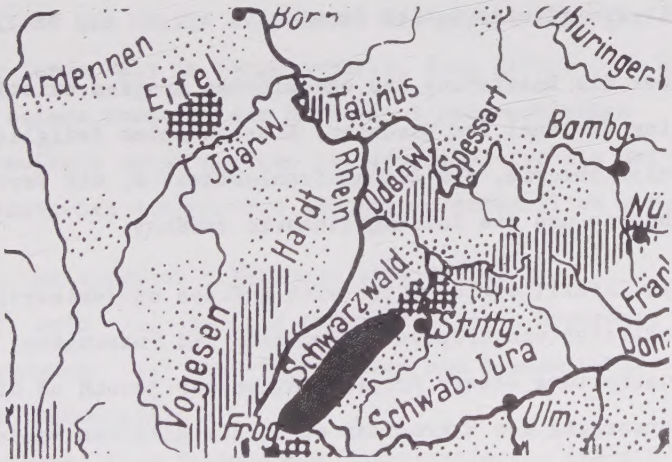

Abbildung 1: Ausschnitt aus der Kropfkarte von PFLÜGER (22). Die Zeichen sind im folgenden Text erklärt.

a.) Gebiete mit sehr starker Kropfhäufigkeit (schwarz): über 25 % kropfige Rekruten, über 5o % kropfige Schulkinder.

b.) Gebiete mit starker Kropfhäufigkeit (kariert): 1o - 25 % kropfige Rekruten, 2o - 5o % kropfige Schulkinder.

c.) Gebiete mit mäßiger Kropfhäufigkeit (gestrichelt): 3 - 1o % kropfige Rekruten, 5 - 2o % kropfige Schulkinder.

d.) Gebiete mit schwacher Kropfhäufigkeit (punktiert): 0 - 3 % kropfige Rekruten, 0 - 5 % kropfige Schulkinder.

Betrachtet man die Karte von PFLÜGER, so stellt man fest, daß endemische Kropfgebiete fast ausschließlich in den Alpen und den Mittelgebirgen vorkommen, während die Küstengebiete praktisch kropffrei sind. Aus der Karte ist weiterhin zu ersehen, daß das Saarland auch ein kropffreies Gebiet darstellt.

Über die Entstehung des endemischen Kropfes existiert eine Vielzahl von Theorien. Hiervon seien lediglich die Infekttheorie, die Bodenaufschlußtheorie, die Vererbungstheorie und die Jodmangeltheorie erwähnt.

Die Infekttheorie stützt sich auf das epidemieartige Auftreten von Kröpfen in Kasernen und Internaten. Die Ausbreitung dieser Kropfepidemien war jedoch an die Versorgung der Erkrankten durch die gleichen Wasserquellen oder Brunnen gebunden, so daß man von regelrechten Kropfbrunnen sprach. Die Erreger sollten

Bakterien der Coligruppe oder Parasiten sein. Diese Theorie kann jedoch heute nicht mehr aufrecht gehalten werden.

Die Bodenaufschlußtheorie basierte auf der Art der Radioaktivität, die bei der Verwitterung des Gesteins frei wird (LANG (18)). Einige Autoren glaubten nachweisen zu können, daß in endemischen Kropfgebieten die Radioaktivität der Luft auf dem Gehalt an Radiumemanation und in kropffreien Gebieten auf dem Gehalt an Thoriumemanation beruhe. Diese Theorie wurde jedoch von namhaften Geologen abgelehnt. Eine genetisch bedingte Kropfentstehung konnte für den endemischen Kropf widerlegt werden. Sie scheint lediglich beim sporadischen Kropf eine Rolle zu spielen.

Die Jodmangeltheorie wurde schon im Jahre 1859 von PREVOST und CHATIN begründet. Sie geriet dann jedoch für lange Zeit in Vergessenheit. Auch HIRSCH (17) hat in seinem Handbuch der historisch geographischen Pathologie unter anderem den Jodmangel für die Entstehung des endemischen Kropfes verantwortlich gemacht.

Für ihn spielten 5 Faktoren eine Rolle:
1.) Luft 2.) Soziale Mißstände 3.) Hyperämie und Anstrengung 4.) Das Trinkwasser und dessen Kalkreichtum 5.) Jodmangel.
Man kann diese Faktoren so interpretieren, daß sie auch heute noch Gültigkeit haben.

1.) Die Luft :

Hierbei sollte der Jodgehalt der Luft die entscheidende Rolle spielen. In flachen Küstengebieten, in denen der Wind vom Meer her weht, gibt es keinen endemischen Kropf. Der Jodgehalt der Luft ist hier sicher wegen des hohen Jodgehalts des Meeres (1o - 6o µg / 1) höher als in anderen Gebieten.

2.) Soziale Mißstände :

Diese sozialen Mißstände lassen sich mit der Art der Ernährung in Zusammenhang bringen. Wichtig ist der Gehalt der Nahrung an Vitaminen und Spurenelementen, unter die auch das Jod fällt. Eine einseitige Ernährung durch Kohl und Rüben fördert sicherlich die Kropfentstehung.

3.) Hyperämie und Anstrengung :

Unter diesem Punkt kann man ohne weiteres den Pubertätskropf und den Kropf während der Gravidität einordnen, wenn man Hyperämie und Anstrengung in der vermehrten Aufbauleistung des Körpers während Pubertät und Gravidität sieht. Entscheidend dürfte hierbei der vermehrte Jodbedarf in dieser Zeit sein.

4.) Trinkwasser und dessen Kalkreichtum :

Der Gehalt des Trinkwassers an Stoffen, die den Einbau von Jod in die Schilddrüse hemmen, wie zum Beispiel Perchlorat und Thiocyanat oder Calcium, das den Blutjodspiegel senkt, ist sicherlich ein Faktor der Kropfentstehung. Mitentscheidend ist auch noch der Jodgehalt des Trinkwassers.

5.) Jodmangel :

Es ist ohne weiteres möglich die obengenannten Faktoren alle auf den Jodmangel zu beziehen. Man müßte dann aber zwischen einem relativen oder absoluten Jodmangel unterscheiden.

Zur Untermauerung der Jodmangeltheorie kann man die Arbeiten von FELLENBERG (7 - 13), STANBURY (26), EGGENBERGER (5), FISCHLER (15), Mc. CLENDON (3) und RAMALINGASWAMI, um nur einige zu nennen, anführen. Diesen Autoren ist es gelungen, für endemische Kropfgebiete eine unzureichende Jodaufnahme der Bevölkerung nachzuweisen. Der Jodmangel in der Nahrung wurde auf verschiedene Art und Weise demonstriert. Vorherrschend waren Messungen des Jodgehalts von Trinkwasser, Bodenproben und Nahrungsmitteln, sowie die Messung der im Urin ausgeschiedenen Jodmenge.

Es ist sicher richtig, daß die Jodarmut der Nahrung und des Trinkwassers nicht der einzige ätiologische Faktor des endemischen Kropfes ist; aber der relative oder absolute Jodmangel dürfte dennoch der bedeutendste Faktor sein. Beweisend hierfür ist der Erfolg der Jodprophylaxe mit Vollsalz in der Schweiz. Beim Vollsalz kommen auf 1ooo g Na C l 5mg KJ. Im Kanton Zürich hat die Versorgung von 95 % der Bevölkerung mit Vollsalz zu einem fast völligen Verschwinden des Kropfes geführt. Die geringeren Erfolge in anderen Gegenden sind wohl weniger in einem Versagen der Jodprophylaxe, sondern in einer inkonsequenten Durchführung von Seiten der

Bevölkerung zu suchen. Nach von FELLENBERG (13) beträgt die zum Erhalt einer normalen Schilddrüsenfunktion notwendige tägliche Jodzufuhr 6o µg. Er hat festgestellt, daß in dem von ihm untersuchten endemischen Kropfgebiet, die Jodzufuhr lediglich 2o µg pro Tag betrug. EGGENBERGER (4) gibt den täglichen Jodbedarf mit 1-2 µg pro kg Körpergewicht an. Für ein Individuum von 7o kg Körpergewicht wäre demnach eine Jodzufuhr von 1oo µg pro Tag ausreichend. Nach seinen Untersuchungen besteht die Gefahr der Kropfentstehung, wenn weniger als 1 µg pro kg Körpergewicht täglich zugeführt wird.

Bei den am Institut für Biophysik in Homburg durchgeführten Schilddrüsenuntersuchungen zeigte sich jedoch eine relativ große Kropfhäufigkeit. Diese Kropfhäufigkeit scheint sich auf ganz bestimmte Gebiete des Saarlandes zu konzentrieren. Um das nachzuweisen, wurde an Hand des Krankenguts zweier Jahre, und zwar aus den Jahren 1966 und 1967, der Versuch gemacht, die Gebiete mit größerer Kropfhäufigkeit zu bestimmen und auf eine Karte aufzuzeichnen. Auf die Art und Weise des Vorgehens bei dieser Untersuchung und deren Ergebnisse wird später noch genauer eingegangen.

Um die Jodmangeltheorie für das Saarland zu bestätigen, wurden 58 Trinkwasser und 16 Bodenproben aus diesem Gebiet untersucht. Davon ausgehend, daß der Jodgehalt des Bodens und des Trinkwassers den Jodgehalt der, in dem jeweiligen Gebiet angebauten Nahrungsmittel widerspiegelt, wurden Boden und Wasserproben analysiert.

Außerdem soll im weiteren Verlauf der Versuch gemacht werden festzustellen, ob eine Relation zwischen dem Jodgehalt des Trinkwassers und dem des Bodens besteht. Da in der vorliegenden Arbeit nur zwei ätiologische Faktoren des endemischen Kropfes experimentell untersucht werden und über weitere Faktoren, zum Beispiel die Wirtschaftsstruktur des Saarlandes, nur Mutmaßungen geäußert werden können, worauf später noch eingegangen wird, will sie auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

II. Statistische Auswertung der Diagnosen des Radiojodtestes in den Jahren 1965 - 1967 in Bezug auf Schilddrüsenfunktion, Schilddrüsengröße und Kropfhäufigkeit im Saarland.

Diese Untersuchung gliedert sich in drei Teile. Der erste Teil beschäftigt sich mit der Schilddrüsenfunktionsdiagnostik aus dem Jahre 1965. Im zweiten Teil wird die Verteilung der bei den einzelnen Diagnosen ermittelten Schilddrüsengrößen aufgezeigt und im dritten Teil wird auf die Kropfhäufigkeit und ihre Verteilung auf das Saarland eingegangen.

A. Schilddrüsenfunktion.

Der Diagnosestellung liegen die folgenden vier Untersuchungsverfahren zugrunde:

1.) Bestimmung der Radiojodspeicherung der Schilddrüse 7,24 und 48 Stunden nach Gabe in % der applizierten Aktivität.

2.) Bestimmung des Serumgehaltes an radioaktivem Jod in %/ 1 der applizierten Aktivität, gesamt und proteingebunden, nach 48 Stunden.

3.) Bestimmung des proteingebundenen stabilen ^{127} Jod (P B J) bei einem Teil der Patienten.

4.) Szintigraphie

Als obere Grenze der noch als normal zu bezeichnenden Jodspeicherung der Schilddrüse wurden 6o % der verabreichten Aktivität ^{131} J festgelegt. Ein normaler Serumgehalt an Radiojod wurde angenommen, wenn der Wert unter 0,20 %/ 1 der verabreichten Menge ^{131} J lag. PBJ Werte zwischen 4 und 8 µg % wurden als physiologisch angesehen. Das Szintigramm wurde nach Größe und Homogenität beurteilt. Bei Umsatzbeschleunigungen wurde die Differentialdiagnose zwischen Hyperthyreose, toxischem Adenom und Jodmangelzustand durch erneuten Radiojodtest nach Suppression mit Trijodthyronin durchgeführt. Bei Verdacht auf Unterfunktion oder dekompensiertes toxisches Adenom, wurde der Radiojodtest nach Stimulation mit thyreotropem Hormon (T S H) erneut durchgeführt. Krankheitsbilder, die durch die angeführten Methoden, nicht sicher erfaßbar waren, wurden als Verdachtsdiagnosen gesondert aufgeführt. Die Auswertung wurde so vorgenommen, daß sämtliche Zahlenangaben mit einer Fernschreibmaschine nach Verschlüsselung auf Lochstreifen geschrieben und über einen Elektronenrechner vom Fabrikat Zuse, Modell Z 25, ausgewertet wurden. Bei 905 von insgesamt 1074 Patienten wurde eine vollständige Diagnostik durchgeführt. Die Diagnosen verteilten sich folgendermaßen.

T a b e l l e Nr. 1

Patienten ohne vorausgegangene Strumaresektion:		
Normalfunktionen	233	25,7 %
Jodmangelzustände	461	51,0 %
Hyperthyreosen	48	5,3 %
kompens. toxisches Adenom	17	1,9 %
dekompens. toxisches Adenom	17	1,9 %
primäre Hypothyreose	3	0,3 %
sekundäre Hypothyreose	4	0,4 %
Gesamtzahl	783	86,5 %
Patienten mit vorausgegangener Strumaresektion:		
Normalfunktion	5	0,6 %
Jodmangelzustand	43	4,7 %
Hyperthyreose	5	0,6 %
Hypothyreose	2	0,2 %
Gesamtzahl	55	6,1 %
Verdachtsdiagnosen:		
Jodmangelzustand	1	0,1 %
Thyreoiditis	3	0,3 %
Malignom	17	1,9 %
renaler Hormonverlust	2	0,2 %
Gesamtzahl	23	2,5 %
keine Klärung	44	4,9 %

Von den 169 Patienten, bei denen keine vollständige Diagnostik durchgeführt werden konnte, hatten 77 Jod inkorporiert und 93 waren zu weiteren diagnostischen Maßnahmen nicht mehr erschienen. Bei der Jodinkorporierung handelte es sich um voraus gegangene Kontrast-

darstellungen mit Biligrafin oder anderen jodhaltigen Kontrastmitteln, um Einnahme von jodhaltigen Medikamenten sowie um Benutzung jodhaltiger Zahnpasten. Durch die oben genannten Stoffe war die Schilddrüse blockiert und die Radiojodspeicherung lag im Myxödembereich während die PBJ Werte weit über dem Normalbereich lagen, so daß eine Beurteilung unmöglich war.

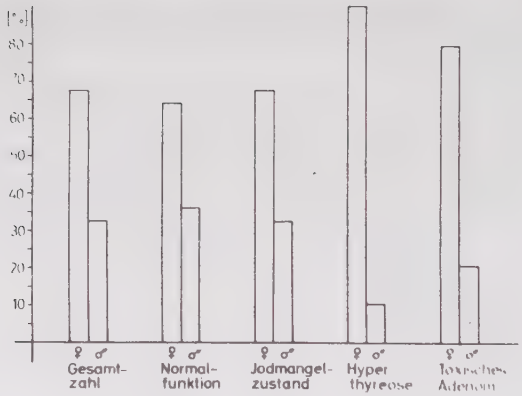

Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Geschlechter nicht operierter Patienten bei den Diagnosen: Normalfunktion, Jodmangelzustand, Hyperthyreose und toxisches Adenom.

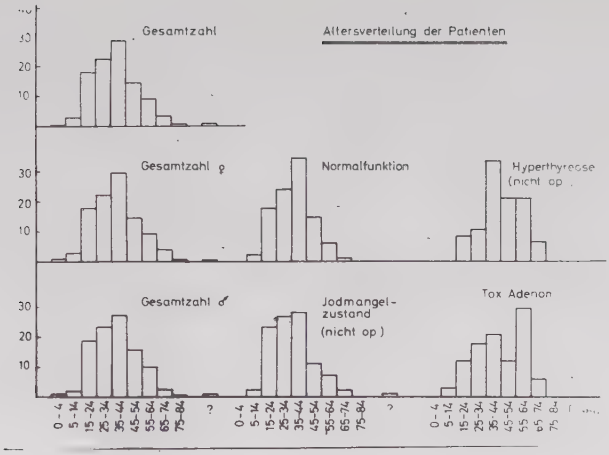

Abbildung 3: Altersverteilung der Patienten.

Aus den Diagrammen geht hervor, daß die Patienten bevorzugt zwischen dem 35. und 44. Lebensjahr zur Untersuchung kamen. In diesem Bereich lagen auch die meisten Patienten mit Normalfunktion und Jodmangelzuständen, während bei den Patienten mit Hyperthyreose und toxischem Adenom die Altersverteilung im Mittel nach höherem Lebensalter hin verschoben war.

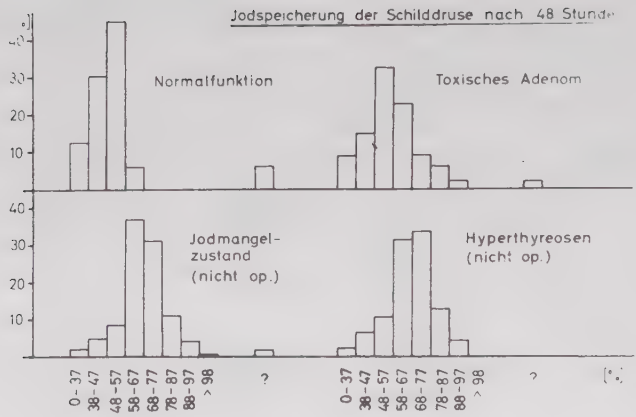

Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Jodspeicherung in der Schilddrüse nach 48 Stunden bei den verschiedenen Diagnosen.

Auffallend ist hierbei, daß sich die hohen Speicherungswerte bei Hyperthyreosen und Jodmangelzuständen kaum unterscheiden.

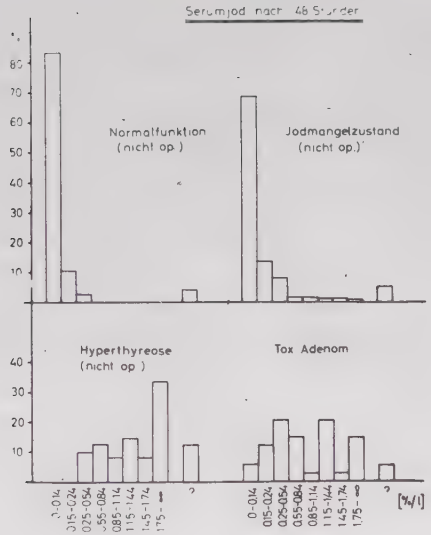

Abbildung 5: Verteilung der Serumjodwerte nach 48 Stunden bei den verschiedenen Diagnosen.

Bei Normalfunktion und Jodmangelzustand liegt der Großteil der Werte im Normalbereich, während die Werte bei Hyperthyreosen und toxischen Adenomen erwartungsgemäß hoch liegen.

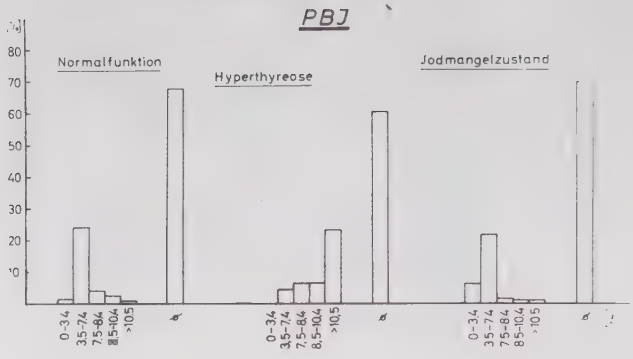

Abbildung 6: P B J Werte bei Normalfunktion, Jodmangelzustand und Hyperthyreose. Bei der Hyperthyreose liegen die Werte hauptsächlich im hohen Bereich.

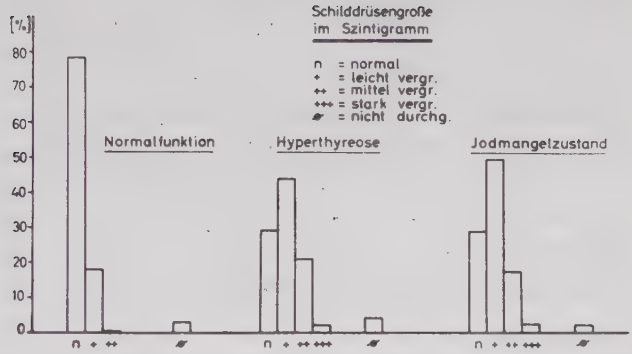

Abbildung 7: Vergleich der Schilddrüsengrößen nach dem Szintigramm bei Normalfunktion, Jodmangelzustand und Hyperthyreosen.

B. Schilddrüsengröße

Zuerst soll hier die Häufigkeit der verschiedenen Kropfstärken bei den einzelnen Diagnosen aufgezeigt werden. Hierbei wurde die Kropfstärke und das Geschlecht berücksichtigt. Die Diagnosen wurden nach den oben genannten Untersuchungsmethoden gewonnen. Das Krankengut umfaßt 1394 Patienten mit sichergesteliter Diagnose, die alle im Saarland und mindestens seit 2 Jahren an demselben Ort wohnhaft sind. Die in der Statistik erfaßten Diagnosen umfassenden Zeitraum von März 1966 bis Dezember 1967. Die Schilddrüsengröße wurde nach den Inspektions und Palpationsuntersuchungen in 4 Kategorien eingeteilt und

zwar in normal groß, leicht vergrößert, mittel vergrößert und stark vergrößert. Bei den 1394 Patienten verteilten sich die Diagnosen wie folgt:

T a b e l l e Nr. 2

	♀	♂	♀ : ♂
Normalbefund	236	113	2 : 1
Jodmangelzustand	665	202	3 : 1
Hyperthyreose	76	14	5 : 1
toxisches Adenom	66	22	3 : 1
gesamt	1043	351	3 : 1

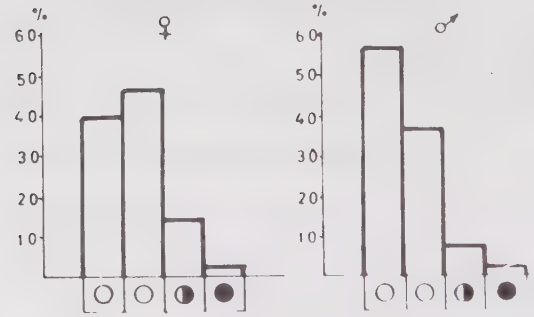

Abbildung 8: Prozentuale Verteilung der Schilddrüsengrößen bei Normalfunktion.

Die zahlenmäßige Verteilung bei Normalfunktion war wie folgt:

T a b e l l e Nr. 3

	236 Patientinnen	113 Patienten
⊖	92	63
○	108	40
◑	32	8
●	4	2

Zeichenerklärung:

⊖ normal große Schilddrüse

○ leicht vergrößert ◑ mittel vergrößert

● stark vergrößert.

Auffallend ist hierbei, daß bei Männern nicht so leicht eine Schilddrüsenvergrößerung aufzutreten scheint. So betrug das Verhältnis der Summe der normal großen und leicht vergrößerten Schilddrüsen zu der Summe der mittel und stark vergrößerten Schilddrüsen (⊖ + ○) : (◑ + ●) bei den Männern 10 : 1 und bei den Frauen 6 : 1 .

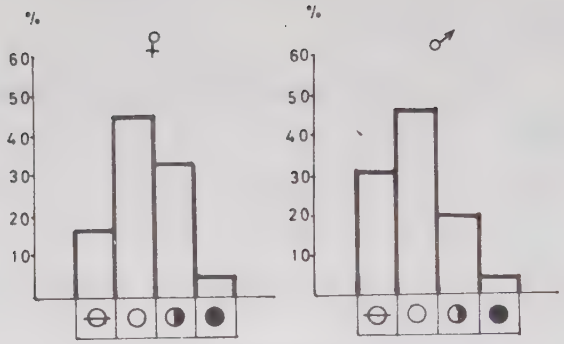

Abbildung 9: Prozentuale Verteilung der Schilddrüsengrößen bei Jodmangel.

Zahlenmäßig war die Verteilung bei Jodmangel folgendermaßen:

T a b e l l e Nr. 4

	665 Patientinnen	202 Patienten
⊖	109	62
○	303	93
◑	219	39
●	34	8

Das Verhältnis (⊖ + ○) : (◑ + ●) betrug hier für die Männer 3 : 1 und für die Frauen 3 : 2.

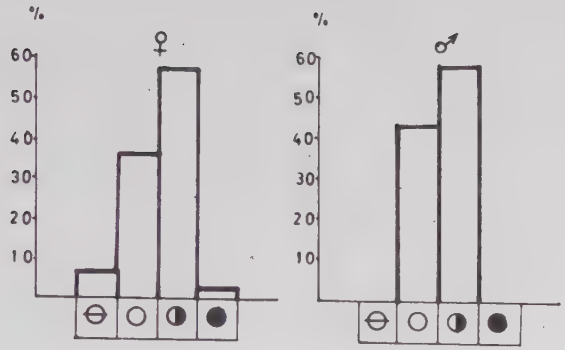

Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Schilddrüsengrößen bei Hyperthyreose aufgezeigt.

Zahlenmäßig war die Verteilung bei Hyperthyreose wie folgt:

T a b e l l e Nr. 5

	76 Patientinnen	14 Patienten
⊖	5	0
○	27	6
◑	43	8
●	1	0

Das Verhältnis (⊖ + ○) : (◑ + ●) betrug für beide Geschlechter 3 : 4.

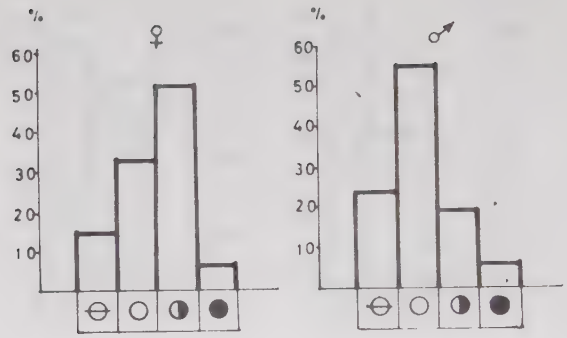

Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Schilddrüsengröße bei toxischem Adenom.

Die Zahlenmäßige Verteilung bei toxischem Adenom war folgendermaßen:

T a b e l l e Nr. 6

	66 Patientinnen	22 Patienten
⊖	9	5
○	21	12
◑	33	4
●	3	1

Das Verhältnis (⊖ + ○) : (◑ + ●) betrug hier für Patienten 7 : 2 und für Patientinnen 6 : 7. Beim Vergleich der Verhältnisse (⊖ + ○) : (◑ + ●) für alle angeführten Diagnosen fällt auf, daß lediglich

bei den Hyperthyreosen das Verhältnis für beide Geschlechter gleich ist. Sonst scheinen aber, nach diesem Patientengut beurteilt, die stärkeren Schilddrüsenvergrößerungen bei Frauen ungefähr doppelt so häufig wie bei Männern zu sein.

C. Kropfhäufigkeit im Saarland

Das Saarland ist seiner Wirtschaftsstruktur nach ein Industriegebiet. Die Industrie ist aber nicht gleichmäßig über das ganze Land verstreut. Die Gründe hierfür liegen in der Art der Industrie. Die zwei Hauptindustriezweige sind der Kohlebergbau und die Hüttenwerke und die von beiden abhängigen Betriebe. Da aber beide Industriezweige, die zumindest zur Zeit ihrer Entstehung voneinander abhängig waren, durch die Kohlevorkommen örtlich gebunden sind, ist es verständlich, daß sich um sie herum Ballungsgebiete gebildet haben. Geologisch entspricht dieses Gebiet mit der höchsten Bevölkerungsdichte dem Karbon und geographisch gesehen liegt es zwischen Völklingen und Homburg. Die nördlichen und südlichen Teile des Saarlandes sind dagegen relativ dünn besiedelt. Um das gehäufte Auftreten von Kröpfen richtig zum Ausdruck zu bringen, mußte die Häufigkeit im Verhältnis zur Bevölkerungsdichte aufgezeichnet werden. Zu diesem Zweck wurde die Abbildung 12 angefertigt, die eine Karte der Bevölkerungsdichte zeigt.

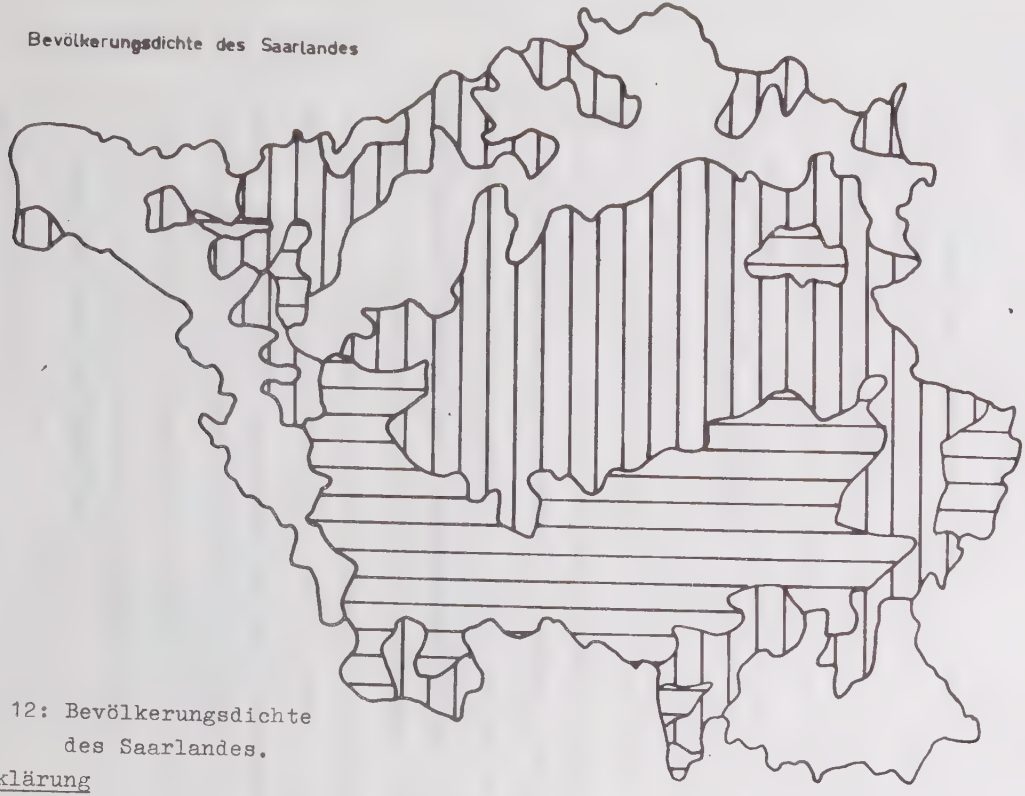

Abbildung 12: Bevölkerungsdichte des Saarlandes.

Zeichenerklärung

weiß: 0-200 Einwohner pro Quadratkilometer;
senkrecht schraffiert: 200 - 600 Einwohner pro Quadratkilometer;
waagerecht schraffiert: 600 -über 1000 Einwohner pro Quadratkilometer.

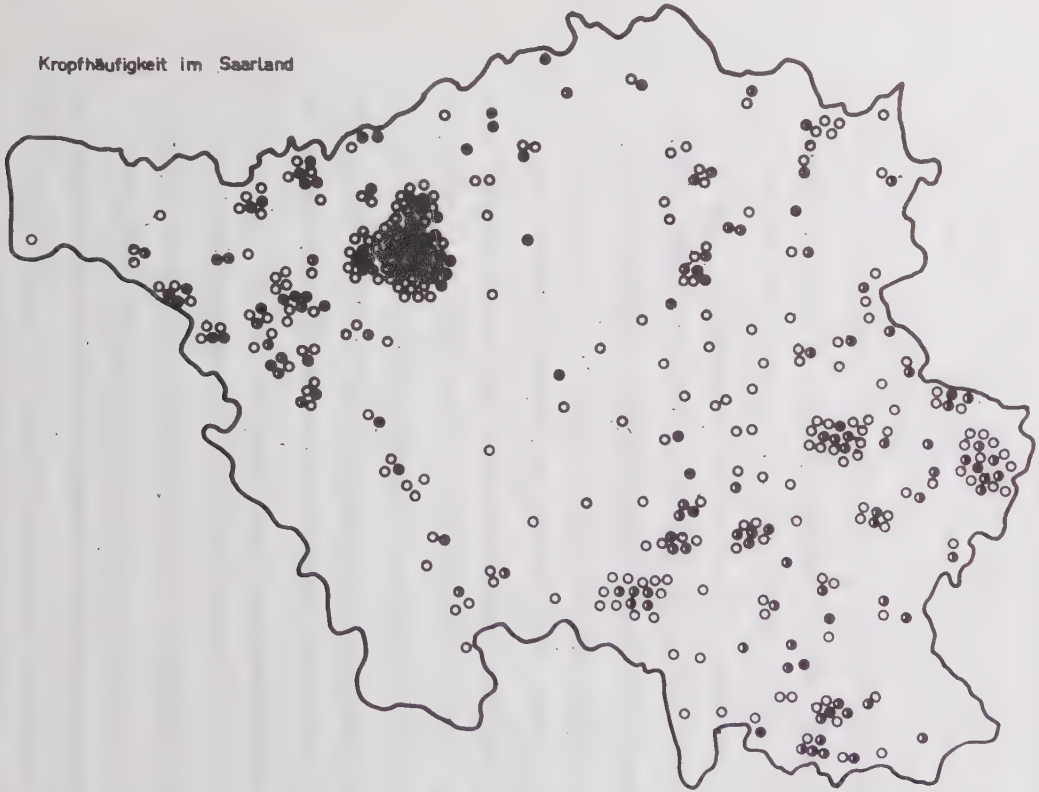

Abbildung 13: Verteilung der Kropfhäufigkeit auf das Saarland.

Beim Aufstellen der Karte (Abbildung 13) wurde folgendermaßen vorgegangen: Sämtliche Patienten mit vergrößerter Schilddrüse wurden nach ihren Wohnorten geordnet. Die Tabellen mit den Wohnorten und deren Patienten, nach Diagnosen und Schilddrüsengröße geordnet, werden im Anhang angeführt. Um nun die relative Kropfhäufigkeit auf der Karte richtig zum Ausdruck zu bringen wurde für die Bevölkerungsdichte von 0-200 pro qkm für jeden Patienten ein Kreis gezeichnet. Bei der Bevölkerungsdichte von 200-600 pro qkm stellt ein Kreis 5 Patienten und bei 600 - über 1000 qkm ein Kreis 10 Patienten dar. Die Kropfstärke wurde wie in der Zeichenerklärung von Abbildung 7 zum Ausdruck gebracht. Die Karte zeigt, daß es zwei Gebiete mit großer Kropfhäufigkeit gibt und zwar den Raum zwischen Homburg und Saarbrücken und das Gebiet um Merzig. Die Häufigkeit zwischen Saarbrücken und Homburg kann aber trotz des oben genannten Vorgehens beim Aufstellen der Karte nicht als relative Häufigkeit angesehen werden, weil durch die in diesem Gebiet liegenden großen Orte Homburg, Neunkirchen, St. Ingbert, Dudweiler, Sulzbach und Saarbrücken Bevölkerungsdichten bis zu 2000 Einwohnern pro qkm erreicht werden dürften. Leichtere Anhäufungen zeigt die Karte noch im Raum St. Wendel und im südlichen Teil des Bliesgaues. An dieser Stelle muß jedoch noch einmal betont werden, daß die vorgelegte Untersuchung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, da sie von vielen Faktoren abhängig ist.

Erstaunlich ist hierbei jedoch, daß die Entfernung der Patientenwohnorte von der Untersuchungsstelle in Homburg keine allzu große Rolle zu spielen scheint. Der Beweis dafür ist die große Anzahl von Patienten, die aus dem nordwestlichen und nördlichen Teil des Saarlandes kommen. Bei der Beurteilung muß allerdings das direkte Einzugsgebiet von Homburg außer Acht gelassen werden. In erster Linie verantwortlich für die Unvollständigkeit der statistischen Untersuchung dürfte der unterschiedliche Grad der Aufgeschlossenheit sein, mit der die praktizierenden Ärzte den modernen Untersuchungsmethoden, in diesem speziellen Falle, dem Radiojodtest gegenüberstehen. Außerdem wird durch die überweisenden Ärzte aus deren Patientengut eine Auswahl getroffen, so daß sicherlich eine ganze Zahl eindeutiger Fälle nicht zur Untersuchung nach Homburg gelangt. Immerhin wurde mit dieser Karte ein Promille der Bevölkerung des Saarlandes erfaßt. Es zeigt sich einerseits, daß das Saarland als ganzes kein endemisches Kropfgebiet darstellt, weil dazu eine Kropfhäufigkeit von 10 % der Gesamtbevölkerung verlangt werden müßte; es zeigt aber auch, daß man sicherlich berechtigt ist, im Hinblick auf den Prozentsatz der Untersuchten an der Gesamtbevölkerung Rückschlüsse auf die tatsächliche Kropfhäufigkeit und ihre eventuellen Ursachen zu ziehen.

III. Messung des Jodgehalts des Trinkwassers aus verschiedenen Gebieten des Saarlandes.

A. Methode zur Bestimmung des Jodgehalts im Trinkwasser.

Zur Bestimmung des Jodgehalts im Trinkwasser kann man was die Untersuchungstechnik anbelangt teilweise auf die halbautomatische Methode zur Bestimmung des proteingebundenen Jods im Serum (P B J = protein bound iodine) zurückgreifen (PANTENBURG (21)). Bei der Analyse des Trinkwassers entfällt lediglich die Eiweißfällung und die Veraschung. Da aber die Empfindlichkeit des Autoanalysers für die normale Jodkonzentration im Trinkwasser nicht ausreicht, muß für die Messung eine Jodanreicherung vorgenommen werden. Diese Anreicherung stieß anfangs insofern auf Schwierigkeiten, als der genaue Verlust an Jod bei dem Prozeß der Anreicherung nicht bestimmt werden konnte. Daher wurde der Ausgangsprobe eine bekannte Aktivität ^{131}J zugesetzt, die dann mit dem Gehalt der Endprobe rechnerisch verglichen werden konnte, so daß eine genaue Ausbeutebestimmung vorlag. Für diese Ausbeutebestimmung mit ^{131}J wird vorausgesetzt, daß die ^{131}J Atome sich mit den stabilen ^{127}J Atomen nach dem Massenwirkungsgesetz ins Gleichgewicht setzen. Die zugesetzte Menge ^{131}J spielte für den zu bestimmenden Jodgehalt der Probe keine Rolle, weil sie mengenmäßig um den Faktor 10^{-3} unter dem nach der Literatur zu erwartendem Wert lag. Die Jodbestimmung im Autoanalyser erfolgt dann nach der kolorimetrischen Methode von SANDELL und KOLTHOFF (25). Diese Methode basiert auf der Reaktion:

$$2\ Ce^{4+} + As^{3+} \longrightarrow 2\ Ce^{3+} + As^{5+}$$

Die Reaktion geht normalerweise sehr langsam vor sich, wird aber durch Spuren von J^- katalytisch beschleunigt. Im Autoanalyser wird die Extinktionsabnahme bei 420 mu jeweils nach gleicher Zeit im Vergleich zu einer Eichreihe gemessen.

Reagenzien und benötigte Gefäße.

a.) Anreicherung:

Petrischalen à 150 ml Inhalt

Plastikflaschen à 50 ml Inhalt

2 µc ^{131}J auf 100 ml Aqua dest.

b.) Messung im Autoanalyser:

Probebecher à 2 ml der Firma Technikon

Cer - Arsenit - System:
Das Cer - Arsenit - System entspricht dem vom WIDDOWSON und NORTHAM.

Cer - ammoniumsulfatlösung:
In 1000 ml Aqua dest. werden 25,3 g. Cerammoniumsulfat (Merck Nr. 2273) gelöst. Man gibt vorsichtig 104 ml konzentrierte Schwefelsäure hinzu und füllt dann mit Aqua dest. auf 5000 ml auf.

Arsenitlösung:
Man löst 19,6 g Arsentrioxyd (Merck Nr. 119) und 14,0 g Natriumhydroxyd (Merck 6498) in 800 ml Aqua dest. und gibt hierzu einen Tropfen Phenolphtalein und soviel konzentrierte Schwefelsäure bis die rote Farbe gerade verschwindet. Nun gibt man weitere 56 ml konzentrierte Schwefelsäure hinzu, und nachdem man die Lösung kräftig geschüttelt hat, noch 50 g Natriumchlorid (Merck Nr. 6404). Mit Aqua dest. füllt man jetzt auf 2000 ml auf.

Eichwerte:
Man füllt eine Titrisolampulle mit KJO_3 (Merck Nr. 9933), die 106 mg Jod enthält, auf 1000 ml auf. Davon werden 10 ml, das entspricht 1,06 mg Jod, entnommen und auf 1000 ml aufgefüllt, so daß die Lösung jetzt eine Konzentration von 106 µg pro 100 ml besitzt. Um die gewünschte Konzentration von 100 µg pro 100 ml zu erhalten, füllt man 100 ml auf 106 ml auf. Nun enthält 1 ml der Lösung 1 µg Jod. Durch Auffüllen von 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ml dieser Lösung auf jeweils 100 ml erhält man die benötigten Standardlösungen von 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 µg %.

Anreicherung:

100 ml einer Wasserprobe werden in eine Petrischale von 150 ml Inhalt gegeben. Zu diesen 100 ml wird 1 ml einer Na ^{131}J Lösung (2 µc Na ^{131}J auf 100 ml) hinzugefügt. Die gleiche Menge der Na ^{131}J Lösung und 4 ml Aqua dest. kommen in eine Plastikflasche von 50 ml Inhalt, um als fester Standard für die spätere Ausbeutebestimmung zu dienen. Die Petrischale wird nun bei einer Temperatur von 35 ^{o}C in einen Brutschrank gestellt und bleibt dort solange stehen bis nur noch ein Rest von c.a. 6 ml übrigbleibt. Der Prozeß des Verdunstens benötigt ungefähr 12 - 14 Stunden. 5 ml des Restes werden dann mit einer Pipette in eine 50 ml Plastikflasche gefüllt. In einem Szintillationszähler wird nun die Impulszahl sowohl des Standards als auch der Probe gemessen. Hierbei muß darauf geachtet werden, daß die zu messende Probe immer auf der gleichen Stelle im Zähler steht, damit die Meßgeometrie gewahrt bleibt. Am besten legt man unter die Probe ein Stück Filterpapier mit einer Markierung. Für die Impulszählung wurde der Total animal counter der Firma Packard benutzt. Als erstes wird immer der Nullwert gemessen, der dann anschließend von dem Probenmeßwert abgezogen wird. Der Quotient aus der Impulszahl der Probe durch die Impulszahl des Standards multipliziert mit dem Quotienten aus dem Inhalt der Ausgangsprobe durch den Inhalt der Endprobe ergibt jetzt den Anreicherungsfaktor.

I s = Impulszahl des Standards

I p = Impulszahl der Probe

M 1 = Inhalt der Ausgangsprobe

M 2 = Inhalt der Endprobe

A = Anreicherungsfaktor

Als Formel ergibt sich dann:

$$A = \frac{I\,p \,.\, M\,1}{I\,s \,.\, M\,2} ;$$

Messung des Jodgehalts der Endprobe mit dem Autoanalyser.

a.) Prinzip des Autoanalysers.

Das Prinzip der automatischen kolorimetrischen Analyse mit dem Autoanalyser besteht im Ersatz der erforderlichen Volumenabmessungen und Mischungen der Reagenzien bei manuellen Methoden durch exaktes Zusammenführen von Reagenzienströmen, deren Konstanz, in Bezug auf die pro Zeiteinheit geförderten Volumina, durch eine Präzisionspumpe garantiert wird. Diese Präzisionspumpe entnimmt über Kunststoffschläuche von einem genau festgelegtem Durchmesser die erforderlichen Reagenzienströme aus den Vorratsflaschen. Durch einen weiteren Kunststoffschlauch werden die Reagenzien im erforderlichen Maße mit Luft durchmischt. Zur weiteren Durchmischung laufen die Reagenzienströme nun durch in den Strom eingeschaltete Quarzspiralen. Von hier aus geht der Strom nun in eine Inkubationsschlange, deren Temperatur durch einen Thermostaten auf 38 °C gehalten wird. Nach der Entlüftung in der Inkubationsschlange tritt der Reagenzienstrom in ein Zweistrahl - Durchfluß - Kolorimeter ein, das mit

einem Schreiber von 28 cm Skalenlänge verbunden ist. Die Messung der Extinktionsabnahme wird mit Hilfe eines Filters von 420 mμ durchgeführt. Die Zufuhr der zu analysierenden Proben erfolgt mit Hilfe eines Probenwechslers über die Präzisionspumpe mit einer Frequenz von 40 Proben pro Stunde.

b.) Durchführung der Jodbestimmung.

Die Probenbecher von 2 ml Inhalt werden mit der Endprobe gefüllt. Auf dem Probenwechsler wird zwischen die einzelnen Proben jeweils ein Becher mit Aqua dest. gesetzt. Auf die Eichreihe und eine Probenserie folgen 2 Becher mit Aqua dest. Die Becher mit Aqua dest. sollen helfen, die Verfälschung eines Wertes durch einen vorausgegangenen sehr hohen Wert zu verhüten. Die Fehlerbreite bei der Methode beträgt etwa $\pm$ 10 %. Eine Zweifachbestimmung ist ausreichend. Bei zu großer Diskrepanz zweier Werte muß die Bestimmung wiederholt werden.

Das Probediagramm (Abbildung 15) wurde von einem Originaldiagramm im selben Maßstab nachgezeichnet. Die Werte der Proben können mit Hilfe einer Schablone, auf der die Eichkurve gestreckt aufgezeichnet ist, abgelesen werden. Der mit dem Autoanalyser bestimmte Wert muß noch durch den Anreicherungsfaktor dividiert und anschließend in ug pro Liter umgerechnet werden, weil die Eichreihe für den Autoanalyser in ug % aufgestellt wurde.

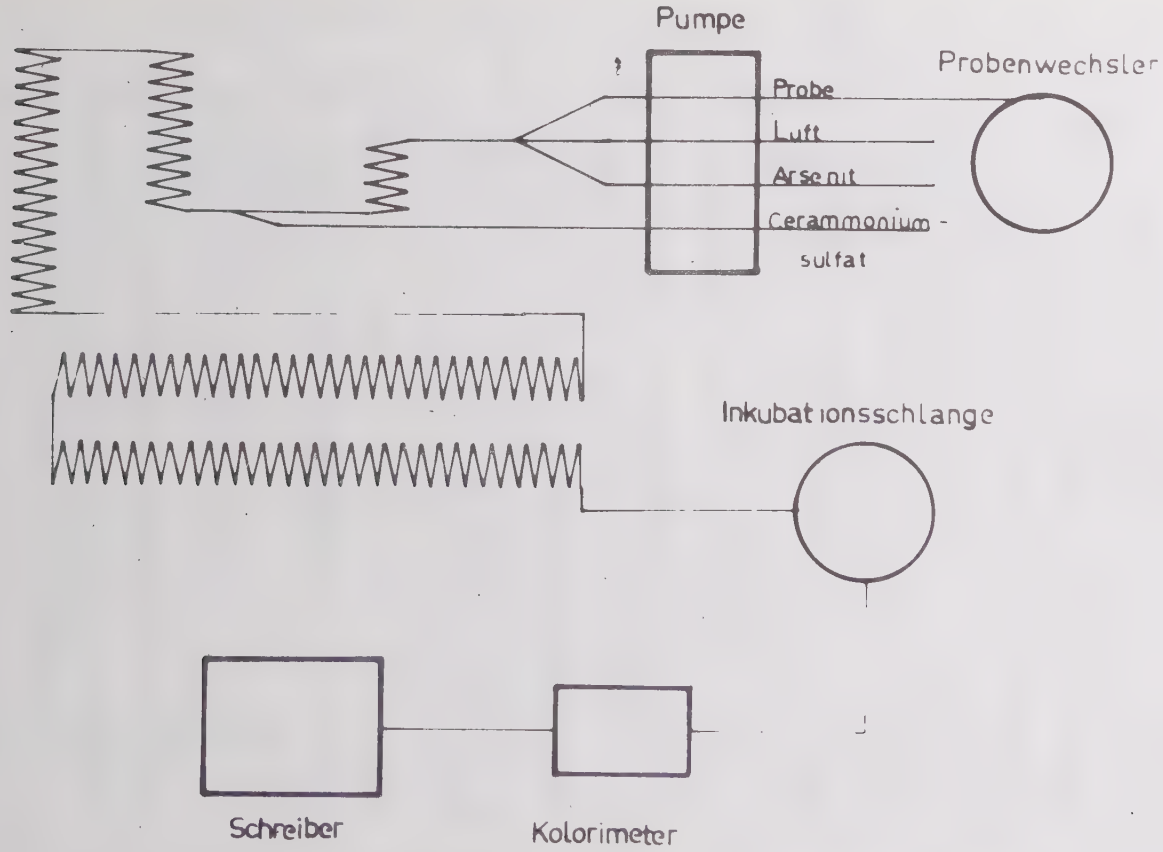

Abbildung 14: Graphische Darstellung des Aufbaus des Autoanalysers für die Jodbestimmung im Trinkwasser.

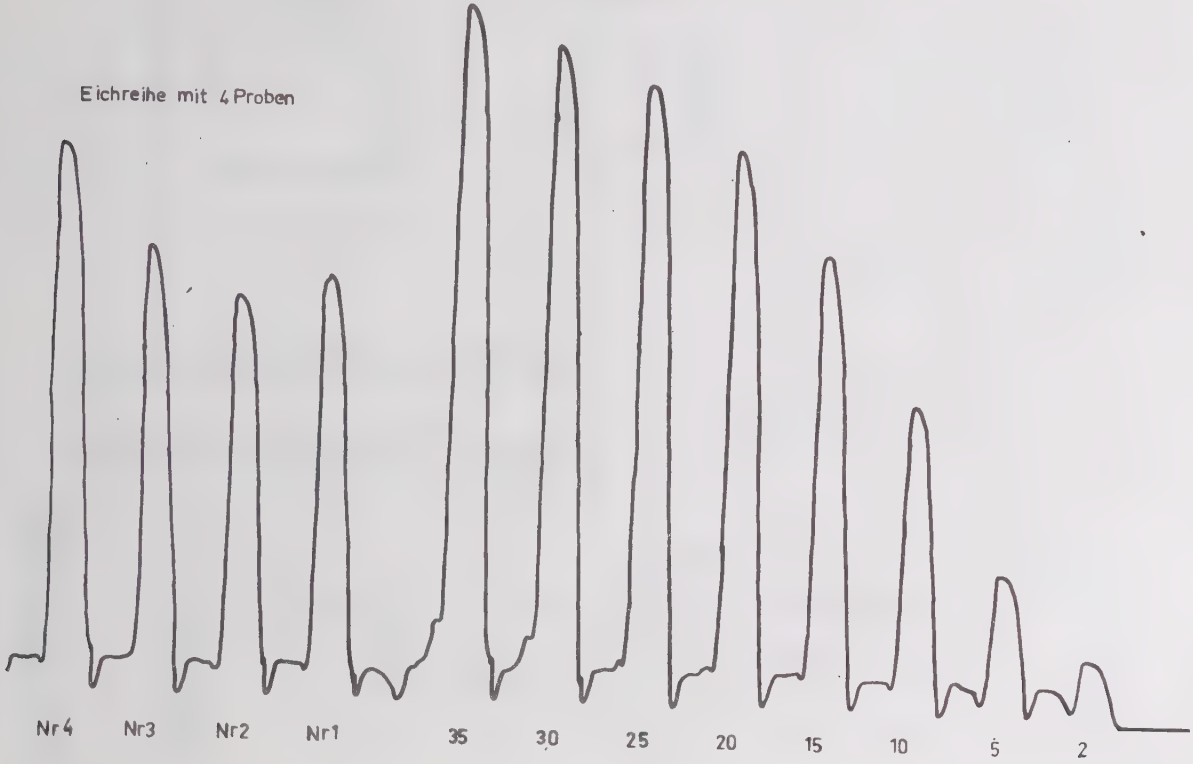

Abbildung 15: Probediagramm mit 4 Proben. Die Werte der Eichreihe sind in ug % angegeben.

B. Meßwerte und ihre Verteilung auf das Saarland.

Es wurden 58 Proben gemessen. Sie stammen alle direkt aus den Wasserleitungen und wurden teilweise an Trinkstellen, in Gaststätten oder in Privathäusern entnommen. Gefüllt wurde jeweils eine Plastikflasche von einem Liter Inhalt. Die Plastikflaschen waren vorher dreimal mit Aqua dest. gespült worden. Die Proben, die aus dem Kreis Homburg stammen, wurden freundlicherweise vom Gesundheitsamt des Kreises zur Verfügung gestellt. Die Vorbereitung der Proben wurde im Institut für Biophysik, die Messung im Autoanalyser im Labor der ersten medizinischen Klinik durchgeführt. Die folgende Tabelle Nr. 7 zeigt die analysierten Werte nach abnehmenden Werten mit den Orten, aus denen die Proben stammen und der entsprechenden geologischen Formation des Ortes. Außerdem wird noch angegeben, ob das Wasser aus einer Bohrung oder einer Quellfassung stammt.

T a b e l l e Nr. 7

Jodgehalt der Wasserproben.

Ort	geologische Formation	Herkunft des Wassers	Jodgehalt in µg/l
Nonnweiler	Perm	Quellfassung	5,1
Lockweiler	Perm	Quellfassung + Bohrung	4,3
Wolfersweiler	Perm	Bohrung	3,7
Siersburg	Buntsandstein	Bohrung	3,4
Ottweiler	Karbon	Bohrung	3,4
Ensheim	Muschelkalk	Bohrung	3,3
Lebach	Perm	Bohrung	3,3

Ort	geologische Formation	Herkunft des Wassers	Jodgehalt in µg/l
Saarlouis	Quartär	Bohrung	3,3
Saarbrücken	Buntsandstein	Bohrung	3,3
Spiesen	Buntsandstein	Bohrung	3,1
Hülzweiler	Karbon	Quellfassung	3,1
Einöd	Buntsandstein	Quellfassung + Bohrung	3,0
Altstadt	Buntsandstein	Bohrung	3,0
Homburg	Buntsandstein	Bohrung	2,9
Bexbach	Buntsandstein	Bohrung	2,9
Oberkirchen	Perm	Quellfassung + Bohrung	2,8
Frankenholz	Karbon	Bohrung	2,8
Neunkirchen	Karbon	Bohrung	2,8
Jägersburg	Buntsandstein	Quellfassung	2,7
Hausbach	Muschelkalk	Quellfassung	2,7
Orscholz	Muschelkalk	Quellfassung	2,6
Kirkel	Buntsandstein	Bohrung	2,6
Haustadt	Buntsandstein	Quellfassung + Bohrung	2,5
Berschweiler	Perm	Bohrung	2,5
Limbach	Buntsandstein	Bohrung	2,5
Kleinottweiler	Buntsandstein	Bohrung	2,5
Aßweiler	Muschelkalk	Quellfassung	2,5
Büdingen	Muschelkalk	Quellfassung	2,4
Welschbach	Karbon	Quellfassung	2,4
Klarenthal	Buntsandstein	Bohrung	2,4
Kirrberg	Buntsandstein	Bohrung	2,4
Webenheim	Buntsandstein	Bohrung	2,4
Theley	Perm	Bohrung	2,3

Ort	geologische Formation	Herkunft des Wassers	Jodgehalt in µg/l
Eiweiler	Perm	Quellfassung	2,3
St. Wendel	Perm	Quellfassung + Bohrung	2,3
Selbach	Perm	Quellfassung	2,3
Hassel	Buntsandstein	Bohrung	2,3
Nennig	Quartär	Quellfassung + Bohrung	2,3
Fürth	Karbon	Quellfassung + Bohrung	2,2
Ludweiler	Buntsandstein	Bohrung	2,2
Brenschelbach	Muschelkalk	Bohrung	2,2
Niedergailbach	Muschelkalk	Quellfassung	2,2
Höchen	Karbon	Quellfassung	2,2
Hilbringen	Muschelkalk	Quellfassung + Bohrung	2,2
Ormesheim	Muschelkalk	Bohrung	2,2
Bebelsheim	Muschelkalk	Quellfassung	2,1
Tünsdorf	Muschelkalk	Quellfassung	2,0
Breitfurt	Muschelkalk	Quellfassung	2,0
Weiskirchen	Devon	Quellfassung	1,8
Medelsheim	Muschelkalk	Bohrung	1,8
Nohfelden	perm. Ergußgestein	Quellfassung	1,7
Niedaltdorf	Muschelkalk	Quellfassung	1,7
Gresaubach	perm. Ergußgestein	Quellfassung + Bohrung	1,7
Kleinblittersdorf	Muschelkalk	Bohrung	1,4
Bliesdahlheim	Muschelkalk	Quellfassung	1,4
Mimbach	Muschelkalk	Quellfassung	1,2
Walsheim	Muschelkalk	Bohrung	1,1
Altheim	Muschelkalk	Bohrung	1,0

Abbildung 16: Verteilung der Trinkwasserwerte auf das Saarland.
Der Jodgehalt ist in µg/l angegeben.

Betrachtet man die Streubreite der Wasserwerte, so fällt auf, daß 62 % der Werte zwischen 2 und 3 µg/l liegen und lediglich jeweils 19 % der Werte unter oder über diesem Bereich liegen. Wie aus Abbildung 15 zu ersehen ist, sind die Werte zwischen 2 und 3 µg/l ziemlich gleichmäßig über das Saarland verteilt. Bei den Werten unter 2 µg/l fällt auf, daß 9 von 11 aus den Muschelkalkgebieten kommen, während die Werte über 3 µg/l sich auf Buntsandstein, Perm und Karbon verteilen. Es zeigt sich, daß die Werte für die einzelnen Formationen fast gleichbleibend sind. Der Grund für das Herausfallen einiger Werte dürfte in der Verschiedenheit der Herkunft des Wassers zu suchen sein. Das Wasser stammt entweder aus Quellfassungen oder aus Bohrungen. Die Bohrungen enden im Saarland in der unteren Buntsandsteinschicht, weil das die hauptwasserführende Schicht ist. Außerdem ist in den meisten Teilen des Saarlandes das Verbundsystem der Hauptwasserleitungen so kompliziert, daß es nicht möglich ist die Herkunft des Wassers für einen Ort immer genau zu bestimmen. Die Angaben in der Tabelle über die Herkunft des Wassers sind nach einer Karte des saarländischen Wasserwirtschaftsamtes gemacht, in der sowohl die Bohrungen und Quellfassungen wie auch die einzelnen Wasserwerke eingetragen sind.

IV. Messung des Jodgehalts von Bodenproben aus verschiedenen Gebieten des Saarlandes.

A. Methode zur Bestimmung des Jodgehalts in Bodenproben.

Wie bei der oben schon angegebene Methode für die Bestimmung des Jodgehalts im Trinkwasser, so kann auch hier die eigentliche kolorimetrische Jodanalyse mit dem Autoanalyser durchgeführt werden. Der Aufbau des Systems für den Autoanalyser bleibt der gleiche wie bei der Trinkwassermethode. Bei der Analyse der Bodenproben bestand nun das Hauptproblem in der Veraschung mit genauer Ausbeutebestimmung und anschließender Extraktion des Jods. Es mußte besonders darauf geachtet werden, daß das Extraktionsmittel keinerlei Peroxyde und starke Oxydationsmittel in Spuren enthielt und eine hohe Löslichkeit für Jod besaß. Zu diesem Zweck erwies sich absoluter Alkohol als das beste Extraktionsmittel. Äther konnte wegen seines Gehaltes an Peroxyden nicht benutzt werden. Für die Veraschung wurde die veränderte Methode von N.G. ZGRIN und T.K.H IMADI (29) angewandt. Die Ausbeute wurde wiederum mit zugesetzter ^{131}J Lösung bestimmt. Wegen des Zusatzes von ^{131}J konnte auch auf die Verwendung von Platinschalen verzichtet werden und auf einfache Porzellanschalen zurückgegriffen werden, ohne daß die Genauigkeit der Analyse darunter litt. Die Veraschung wurde in einem Veraschungsofen, der auf die Temperaturen 400 °C, 600 °C, 800 °C, und 1000 °C einstellbar war, bei 600 °C durchgeführt.

Benötigte Gefäße und Reagenzien.

Porzellanschalen	à 50 ml Inhalt
Plastikflaschen	à 50 ml Inhalt
Erlenmeyerkolben	à 100 ml Inhalt
$K_2 CO_3$ als Pulver	(Merck Nr. 4928)
Alcokolus absolutus	(Merck Nr. 972)
Na ^{131}J Lösung	2 µc pro 100 ml

Für die kolorimetrische Bestimmung im Autoanalyser werden die gleichen Reagenzien wie bei der Trinkwassermethode benötigt.

Vorbereitung der Bodenprobe.

Die Bodenprobe wird bei Zimmertemperatur getrocknet und von größeren organischen Bestandteilen, Wurzel - und Pflanzenresten, gereinigt. Hiervon werden nun ungefähr 250 g entnommen und in einer elektrischen Gesteinsmühle zu Pulver gemahlen.

Veraschung:

Von der zu Pulver gemahlenen Probe werden 4 g abgewogen und in eine 50 ml Porzellanschale gegeben. Hierzu gibt man nun ungefähr 25 ml einer gesättigten $K_2 CO_3$ Lösung und 1 ml Na ^{131}J Lösung (2 µc pro 100 ml). Die gleiche Menge Na ^{131}J Lösung wird mit 3 ml Aqua dest. als Standard in eine 50 ml Plastikflasche gegeben. Die Probe wird nun gut verrührt und darauf zuerst bei 90 °C und später bei 120 °C im Wärmeschrank getrocknet. Die getrocknete Probe wird dann mit ungefähr 2 g $K_2 CO_3$ Pulver verrührt und in den kalten Veraschungsofen gestellt. Der Ver-

aschungsofen wird auf 600 °C eingestellt und angeheizt. Nach dem Erreichen der Temperatur von 600 °C verbleibt die Probe noch 2 Stunden im Ofen. Danach wird der Ofen abgeschaltet, und die Porzellanschale wird nach Erkalten entnommen.

Extraktion:

Der Inhalt der Porzellanschale wird in einen Porzellanmörser gegeben und fein verrieben. Darauf gibt man die Probe in einen 100 ml Erlenmeyerkolben. Die Probe wird nun mit ungefähr 20 ml Aqua dest. gelöst. Aus dieser Lösung extrahiert man dann in 5 Portionen à 20 ml mit absolutem Alkohol und gibt die Portionen jeweils in einen anderen Erlenmeyerkolben mit ebenfalls 100 ml Inhalt. Nach Beendigung der Extraktion gibt man zu dem Extrahierten noch 2 - 3 Tropfen einer 10 % $K_2 CO_3$ Lösung. Man stellt den Erlenmeyerkolben in einen Wärmeschrank und läßt die Probe bei 60 - 70 °C bis zum Eintrocknen verdampfen. Der Kolben wird anschließend dem Wärmeschrank entnommen und mit einem Bunsenbrenner für eine Minute stark erhitzt. Der Rückstand wird mit 5 ml Aqua dest. gelöst. Von dieser Lösung werden 4 ml in eine 50 ml Plastikflasche gegeben. Die Impulszahl des Standards sowie der Probe wird nun in einem Szintillationszähler gemessen. Der Quotient aus der Impulszahl der Probe dividiert durch die Impulszahl des Standards ergibt die Ausbeute. Weil das Verhältnis der Menge der Ausgangsprobe zur Menge der Endprobe 1 : 1 beträgt, muß man den Wert des Jodgehalts der Endprobe lediglich mit dem reziproken Wert des

Quotienten multiplizieren um den Jodgehalt der Ausgangsprobe zu erhalten.

Bestimmung des Jodgehalts im Autoanalyser:

Da die Konzentration der Endprobe über dem größten Empfindlichkeitsbereich des Autoanalysers liegt, muß man sie im Verhältnis 1 : 20 verdünnen um die Analyse durchführen zu können. Ansonsten erfolgt die Bestimmung mit dem Autoanalyser ebenso wie bei der Methode für die Bestimmung des Jodgehalts im Trinkwasser. Die Eichreihe wird wiederum in µg % aufgestellt. Die Werte werden aber nach der Bestimmung in µg pro 100 g Boden umgerechnet.

B. Meßwerte und ihre Verteilung auf das Saarland.

Die Bodenproben wurden von Äckern mit hilfe einer geologischen Karte von den Hauptformationen des Saarlandes entnommen. Die Karte besaß einen Maßstab von 1: 100 000 und hatte eine topographische Grundlage.

T a b e l l e Nr. 8
Jodgehalt der Bodenproben.

Ort	Formation	Jodgehalt in µg/100 g
Lockweiler	Perm	1430
Orscholz	Muschelkalk	730
Bildstock	Karbon	530
Göttelborn	Karbon	490
Oberkirchen	Perm	488
Eiweiler	Karbon	433
Merchingen	Muschelkalk	427
Orscholz	Muschelkalk	425
Fürth	Karbon	385
Wittersheim	Muschelkalk	311
Fremersdorf	Buntsandstein	255
Weißkirchen	Devon. Ergußstein	238
Obersalbach	Buntsandstein	235
Hülzweiler	Buntsandstein	210
Wadgassen	Buntsandstein	150
Haustadt	Buntsandstein	136

Die geologische Karte soll nur einen Überblick über die einzelnen Formationen geben und ist bei weitem nicht so genau wie die Karte, nach der die Bodenproben genommen wurden. Es war aber unmöglich die genaue Karte im kleineren Maßstab noch übersichtlich wiederzugeben. Die Werte des Jodgehalts der Bodenproben bleiben für die einzelnen Formationen ungefähr gleich. Die Werte für die Proben aus dem Buntsandsteingebiet liegen niedriger, als man sie nach den dort gefundenen Wasserwerten, erwartet

Abbildung 17: Verteilung der Bodenwerte auf das Saarland.
Der Jodgehalt ist in µg/loog angegeben

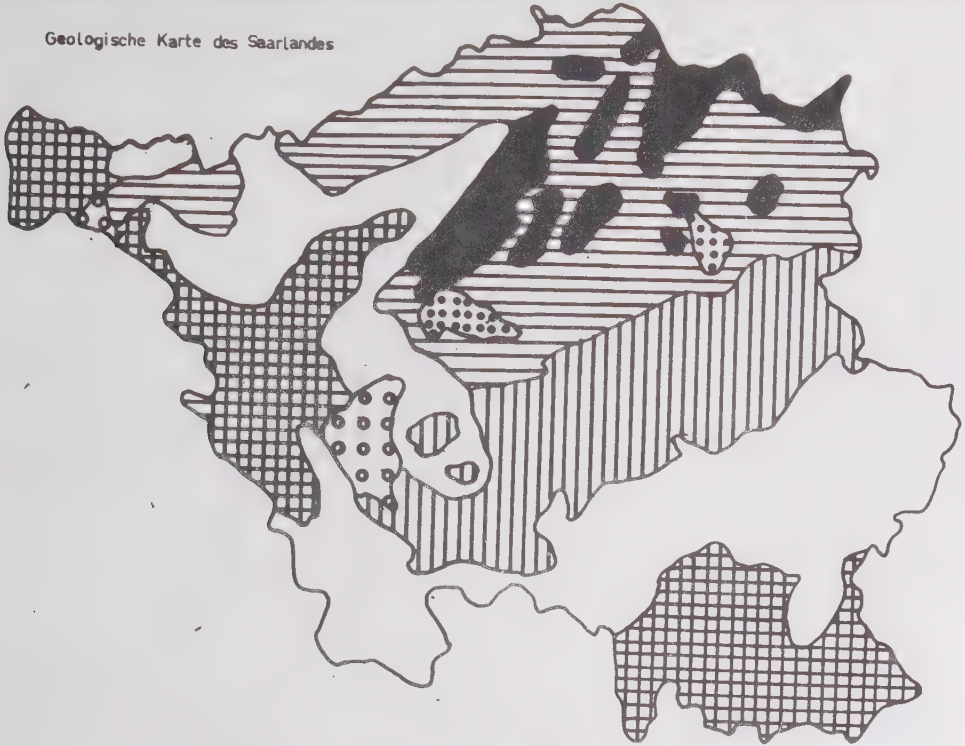

Abbildung 18: Geologische Karte des Saarlandes.

Zeichenerklärung:

1 = Alluvium
2 = Keuper
3 = Muschelkalk
4 = Buntsandstein
5 = Perm
6 = Karbon
7 = Ergußgesteine

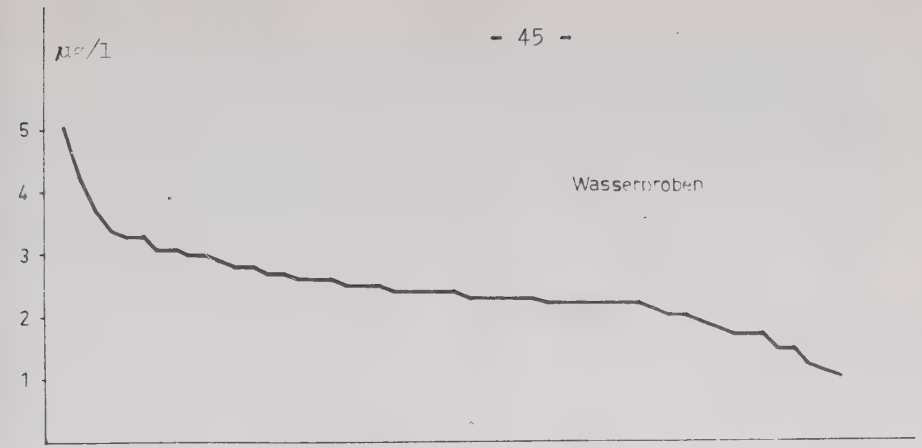

Abbildung 19: Jodgehalt des Trinkwassers in fallender Reihenfolge.

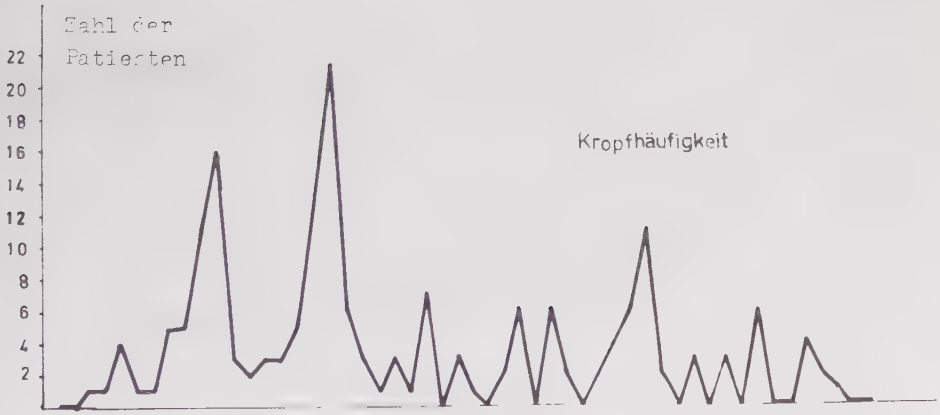

Abbildung 20: Kropfhäufigkeit, die zu den entsprechenden Trinkwasserwerten jedes Ortes, wie sie Abbildung 19 zeigt, gehört.

Abbildung 21: Die obere Kurve zeigt die Kropfhäufigkeit, die mittlere den Jodgehalt des Bodens in fallender Reihenfolge und die untere den Jodgehalt des Trinkwassers. Die Reihenfolge der Orte entspricht der Tabelle Nr. 8 über den Jodgehalt der Bodenproben.

hätte. Für das Muschelkalkgebiet trifft allerdings das Gegenteil zu. Interessant ist noch, daß der höchste Wert, der bei Lockweiler gefunden wurde, mit den zwei höchsten Trinkwasserwerten zusammenfällt.

V. Diskussion.

Wenn man eine direkte Abhängigkeit der Kropfhäufigkeit von der Höhe des Jodgehalts des Trinkwassers beweisen wollte, müßte der Kurvenverlauf in Abbildung 20 umgekehrt proportional dem von Abbildung 19 sein. Das ist offensichtlich nicht der Fall.

Aus der Abbildung (21) ist zu ersehen, daß die Kurve der Wasserwerte ziemlich genau dem Verlauf der Kurve der Bodenwerte folgt. Das zeigt, daß der Jodgehalt des Trinkwassers vom Jodgehalt des Bodens abhängig ist. Für die entsprechende Kurve der Kropfhäufigkeit läßt sich keine genaue Aussage machen. Allerdings fällt die höchste Kropfhäufigkeit in den Bereich der niedrigsten Trinkwasser- und Bodenwerte. Bei einer Beurteilung eventueller Zusammenhänge zwischen den 3 Kurven (Abbildung 21) muß man aber vor allem die willkürliche Aneinanderreihung von Orten, die ziemlich weit voneinander entfernt liegen, beachten. Den Nachweis zu führen, daß auch im Saarland Jodmangel für die Kropfhäufigkeit in manchen Gebieten verantwortlich ist, scheint daher nur möglich, wenn man mehrere nah beieinander liegende Orte zusammen betrachtet. Setzt man voraus, daß der Mensch eine Mindestaufnahme von 60 - 100 µg Jod pro Tag zur normalen Schilddrüsenfunktion benötigt, kann er diesen Bedarf unmöglich allein durch das im Trinkwasser enthaltene Jod decken. Bei einem Durchschnittswert von ungefähr 3 µg pro Liter wie er für das Saarland gefunden wurde, und einer mittleren Wasser-

aufnahme von 1,5 l pro Tag würde er täglich lediglich 4,5 µg Jod zu sich nehmen. Der Jodgehalt des Trinkwassers wurde nur gemessen um Rückschlüsse auf den Jodgehalt der Nahrung ziehen zu können, zumal die Pflanzen nur in Wasser gelöstes Jod aufnehmen. Die Bestimmung des Jodgehalts der Bodenproben wurde deswegen nötig, weil, wie schon bei der Besprechung der Verteilung der Wasserwerte auf das Saarland dargelegt wurde, die Herkunft des Trinkwassers nicht immer genau zu bestimmen war. Das bedeutet aber auch, daß die Wassereinzugsgebiete oft eine andere geologische Formation besaßen als der Ort, der mit diesem Wasser versorgt wurde. Auf Grund der hier angeführten Fakten kann man im Saarland einen Zusammenhang zwischen dem Jodgehalts des Trinkwassers und der Kropfhäufigkeit nur für solche Gebiete beweisen, die noch zum großen Teil landwirtschaftlich genutzt werden. Für diese Gegenden kann man somit auch eine relativ starke autarke Ernährung der Bevölkerung voraussetzen. Daher ist es nicht möglich für das Gebiet zwischen Homburg und Saarbrücken, in dem sicherlich eine relativ große Kropfhäufigkeit vorhanden ist und das geologisch dem Karbon und dem Buntsandstein entspricht, einen Zusammenhang zwischen den gefundenen Werten und der Kropfhäufigkeit aufzuzeigen, weil es sich um ein reines Industriegebiet handelt. Für die Industriegebiete ist es praktisch unmöglich die Herkunft der Nahrung zu bestimmen. Die Herkunft der frischen Nahrungsmittel ist einmal jahreszeitlich schwankend und anderseits ist es im Saarland so, daß nur ein ganz geringer Prozentsatz der angebotenen

landwirtschaftlichen Produkte aus dem Lande selber stammen. Für die Kropfhäufigkeit im Industriegebiet zwischen Saarbrücken und Homburg kann zwar der Jodmangel verantwortlich sein; ein schlüssiger Nachweis wäre jedoch nur durch die Bestimmung der Jodausscheidung im Urin für die dortige Bevölkerung zu führen. Bei dem Gebiet um Merzig und dem südlichen Teil des Saarlandes, dem Bliesgau, handelt es sich um stark landwirtschaftlich genutzte Gebiete mit wenig Industrie. Die geologische Formation dieser beiden Gegenden ist der Muschelkalk. Betrachtet man die Tabelle Nr. 7 mit den Werten des Jodgehalts des Trinkwassers (S. 22 ff) und die Karte mit der Verteilung der Trinkwasserwerte auf das Saarland (Abbildung 16), so fällt auf, daß die niedrigsten Werte fast alle im Muschelkalkgebiet liegen. Der Jodgehalt des Muschelkalkbodens liegt zwar bei 400 µg pro 100 g, die niedrigen Wasserwerte dürften aber darauf zurückzuführen sein, daß die Wasserlöslichkeit des Jods aus dieser Formation geringer ist als in anderen. Für das Gebiet um Merzig und den Bliesgau kann man den Jodmangel als Ursache für die dortige Kropfhäufigkeit ansehen. Bei der Analyse der Trinkwasserproben aus diesen Gebieten zeigte sich auch ein großer Kalkreichtum. Diesen kann man als Mitursache ansehen. Die kropferzeugende Wirkung des Calciums wird auf eine Hemmung der Schilddrüsenhormone zurückgeführt, die die Schilddrüse mit erhöhter Hormonproduktion beantwortet. Deshalb kann nicht gesagt werden, ob es sich bei der Ursache der genannten Kropfhäufigkeit um einen

relativen oder absoluten Jodmangel handelt. Abschließend wird festgestellt, daß das Saarland sicher kein endemisches Kropfgebiet darstellt. Dagegen spricht außer der Kropfkarte (Abbildung 13) das Verhältnis der Kröpfe von Frauen zu Männern, das hier 3 : 1 beträgt, während in endemischen Kropfgebieten beide Geschlechter gleich stark befallen sind. Das gehäufte Auftreten von Kröpfen im Raume Merzig und im Bliesgau kann jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Jodmangel zurückgeführt werden.

VI. Zusammenfassung.

Es sollte in dieser Arbeit untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen der Kropfhäufigkeit und dem Jodgehalt des Trinkwassers und des Bodens im Saarland besteht. Hierzu wurde zunächst eine statistische Auswertung der Diagnosen des Radiojodtestes von Patienten aus dem Saarland aus den Jahren 1965 - 1967 durchgeführt. Es zeigte sich, daß von 1394 untersuchten Personen, 349 eine normale Schilddrüsenfunktion, 867 einen Jodmangelzustand, 90 eine Hyperthyreose und 88 ein toxisches Adenom hatten. Frauen wiesen bei den angeführten Diagnosen eine doppelt so hohe Kropfhäufigkeit als Männer auf. Nach den Wohnorten und der Schilddrüsengröße der Untersuchten wurde eine Karte der Kropfhäufigkeit für das Saarland gezeichnet. Die Kropfhäufigkeit wurde hierbei in Relation zur Bevölkerungsdichte aufgetragen. Die Karte zeigt, daß das Saarland als ganzes kein endemisches Kropfgebiet ist. Es gibt zwei Gebiete mit relativ größerer Kropfhäufigkeit und zwar das Gebiet um Merzig und den Bliesgau.

Es wurde je eine Methode zur Bestimmung des Jodgehalts im Trinkwasser und zur Bestimmung des Jodgehalts von Bodenproben ausgearbeitet. Beide Methoden arbeiten halbautomatisch und beruhen auf der kolorimetrischen Bestimmung nach SANDELL - KOLTHOFF (25), die mit dem Autoanalyser der Firma Technikon durchgeführt wurde. Bei 58 Trinkwasserproben lagen die Werte zwischen 5,1 und 1,0 µg Jod pro Liter. Die Mehrzahl der Werte (62 %), lagen

zwischen 2 und 3 µg pro Liter. Die Werte der 16 Bodenproben reichten von 136 bis 1430 µg Jod pro 100 g. Für die einzelnen geologischen Formationen blieben die Werte konstant. Bei der Auswertung ergab sich, daß für das Gebiet um Merzig und den Bliesgau der Jodmangel als Ursache der dortigen Kropfhäufigkeit anzusehen ist. Für die übrigen Gebiete war wegen deren Wirtschaftsstruktur keine Aussage zu machen. Daher können die Ergebnisse der Arbeit nur einen Hinweis geben, daß für die Kropfhäufigkeit im Saarland der Jodmangel wahrscheinlich verantwortlich zu machen ist. Ein schlüssiger Beweis kann jedoch nicht geführt werden.

VII. Literaturverzeichnis:

1. BERSIN T. Biochemie der Mineral- und Spurenelemente. Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt am Main (1963) 512 - 517

2. BIRCHER H. Zitiert nach: BANSI H.W. Krankheiten der Schilddrüse Handbuch der Inneren Medizin 7 (1955)

3. Mc CLENDON.: The distribution of iodine with special reference to goitre. Physiologic. Rev. 7 (1927) 189

4. EGGENBERGER H.: Die Verhütung des Kropfes und des Kropfrezidives. Schweiz. med. Wschr 9 (1922)

5. EGGENBERGER H.: Das Vollsalz. Die Prophylaxe der großen Schilddrüse. Hrsg. von HUNZIKER. (1924) Berlin und Leipzig.

6. FELLENBERG T von.: Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. Biochemische Zeitung 139 371 (1923)

7. FELLENBERG T von.: Bestimmung kleinster Jodmengen. Biochemische Zeitung 152 116 (1924)

8. FELLENBERG T von.: Jodbestimmung in Lebensmitteln Düngemitteln und schweizerischen Mineralwässern. Biochemische Zeitung 152 (1924) 128.

9. FELLENBERG T von.: Über das Entweichen von elementarem Jod aus dem Meerwasser. Biochemische Zeitung 152 (1924) 132

10. FELLENBERG T von.: Untersuchungen über den Jodgehalt der Luft. Biochemische Zeitung 152 (1924) 135

11. FELLENBERG T von.: Über den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Kropf und dem Jodgehalt der Umwelt. Biochemische Zeitung 152 (1924) 141

12. FELLENBERG T von.: Über den Jodgehalt der Gesteine, der geologischen Formationen und der Mineralien und über die Bedingungen der Jodanreicherung in Erden. Biochemische Zeitung 152 (1924) 153

13. FELLENBERG T von.: Untersuchungen über den Jodstoffwechsel 3. Biochemische Zeitung 184 (1927) 85

14. FISCHER F.: Die Kropfprophylaxe durch Vollsalz. Med. Klin. (1949) 339

15. FISCHLER F.: Über die Notwendigkeit der Kropfverhütung durch Vollsalzanwendung in Deutschland und ihre Beziehung zur Eugenik. Münch. Med. Wschr. 1934 II 1756

16. FISCHLER F.: Die Kropfbefreiung der Gesamtbevölkerung. Dtsch. med. Wschr. 1939 I 212

17. HIRSCH.: Zitiert nach: BANSI H W. Krankheiten der Schilddrüse. Handbuch der Inneren Medizin 7 565

18. LANG TH.: Über die Bodenaufschluß - und Radioaktivitätstheorie des endemischen Kropfes. Münch. med. Wschr. 1940 I 150

19. MATHIAS K.: HOPPSTÄDTER K.: Siedlungskunde des Saarlandes. Ottweiler Druckerei. (1957)

20. OBERHAUSEN E., LEPPLA W., BINDER H D., WEINHEIMER B., SEIDEL B., KAMMENHUBER K.: Schilddrüsenfunktionsdiagnostik. Ärztliche Praxis 51 (1967) 1931 - 1932

21. PANTENBURG H.: Eine halbautomatische Methode zur Bestimmung des proteingebundenen Jods. Inauguraldissertation. Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes. (1964)

22. PFLÜGER H.: Die geographische Verbreitung des Kropfes in Europa. Dtsch. Arch.Klin.Med. 180 (1937) 212

23. PREVOST,CHATIN.: Zitiert nach: BANSI H W. Krankheiten der Schilddrüse. Handbuch der Inneren Medizin 7 (1955) 569 und 581

24. RAMALINGASWAMI V.: Endemic Goitre The Thyroid Gland II Editors: PITT-RIVERS R and TROTTER W R. (1964) 71-84

25. SANDELL E B , KOLTHOFF I M .: Microdetermination of iodine by a catalytic method. Mikrochim. Acta 1 (1937) 9

26. STANBURY I B.: Summary report of the 1952 World Heulth Organization Conference on endemic goiter. J. Clin. Endocrin. a. Metabolism 13 1270 (1953)

27. WIDDOWSON G M , NORTHAM B E.: A partially automated method for the determination of serum proteinbound iodine. Clin. Chim.Acta 9 (1964) 98

28. ZONDEK H.: Die Krankheiten der endokrinen Drüsen. Benno Schwab-Verlag-Basel (1953) 366-386

29. ZGRIN N G, IMADI T K H.: Evaluation method of determination of iodine and its variation in soil. Agrokhimigia 4 (1965) 106-112

VIII. Anhang mit Tabelle Nr.9

Die Tabellen zeigen die Orte des Saarlandes in alphabetischer Reihenfolge mit der Anzahl der Patienten und den verschiedenen Befunden.

Zeichenerklärung zu den Tabellen:

m. = männlich w. = weiblich

n. = normal große Schilddrüse

lv. = leicht vergrößerte Schilddrüse

mv. = mittel vergrößerte Schilddrüse

sv. = stark vergrößerte Schilddrüse

		n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.
Alschbach	m.																
	w.			1													
Altenkessel	m.																
	w.	1		2													
Altenwald	m.			1													
	w.	1	1	2													
Alsweiler	m.		1														
	w.		4	1				1						1			
Altstadt	m.																
	w.		3	1				1									
Aschbach	m.		1														
	w.			1													
Asweiler	m.		1														
	w.																
Auersmacher	m.																
	w.		1														
Bachem	m.	1	2														
	w.	2	3	1													
Ballweiler	m.																
	w.		1														
Baltersweiler	m.				1												
	w.				1												
Bechhofen	m.		1	1			1										
	w.	2	3	1								1					
Beckingen	m.																
	w.			1													
Beeden	m.																
	w.	1					1										
Berschweiler	m.																
	w.	1		1										1			
Besseringen	m.		1														
	w.																
Bexbach	m.		2	1				1			1			1			
	w.	3	5	1													
Bietzen	m.		1														
	w.			1							1				1		
Bildstock	m.																
	w.		1														
Birkenhan	m.																
	w.		1				1										
Blieskastel-heim	m.																
	w.			1							1						

Wohnort														
Blieskastel	m.													
	w.					1								
Bliesmengen	m.				1									
	w.													
Bischmisheim	m.													
	w.		1											
Bliesen	m.													
	w.			1									3	
Bliesransbach	m.													
	w.		1											
Bous	m.									1				
	w.	2	3	1			1				1			1
Braunshausen	m.		1		1									
	w.													
Britten	m.		2											
	w.	2	3				1							
Brotdorf	m.	1	1											
	w.	3	2	3										
Bruchhof	m.													
	w.	2	5	2	1									
Bübingen	m.		2											
	w.	1												
Büdingen	m.		1	1										
	w.		1											
Büschdorf	m.			1										
	w.				1									
Dillingen	m.	1	1					1						
	w.	1	1	1							1	1	2	1
Dirmingen	m.		1											
	w.		1											
Dörrenbach	m.													
	w.	1	1											
Dorf	m.													
	w.		1											
Dudweiler	m.		1								1		1	1
	w.	3	8	8			2	1	1			6	5	
Düppenweiler	m.													
	w.		1											
Eitzweiler	m.													
	w.		4											
Einöd	m.		1											
	w.	1	1				1					1		

Eiweiler	m.																
	w.														1		
Elm	m.						1										
	w.																
Elversberg	m.														2		
	w.		1	1										1	1		
Emmersweiler	m.	1															
	w.																
Ensdorf	m.														1		
	w.		1	1													
Enshein	m.			1													
	w.			2				1									
Eppelborn	m.																
	w.			1											1		
Erbach	m.		1														
	w.	2	1				1	1				1		2		1	
Falscheid	m.																
	w.		1														
Fechingen	m.																
	w.		1												1		
Fischbach	m.		1														
	w.	1					1						1		1		
Frankenholz	m.																
	w.		3														
Fraulautern	m.	1															
	w.				1						1						
Freisen	m.																
	w.	1	2									1					
Fremersdorf	m.		1	1													
	w.	2	2	4	2												
Friedrichsthal	m.														1	1	
	w.			2										1			
Fürth	m.		1												1		
	w.	2	1	1													
Gehweiler	m.																
	w.	1	1														
Geislautern	m.											1					1
	w.	1	2	1													
Gersheim	m.													2	1		
	w.		1	1													
Gersweiler	m.		1											3			
	w.		2														
Göttelborn	m.																
	w.		1	1			1					1					

Wohnort		Jodfehlverwertung				Hyperthyreose				Toxisches Adenom				Normalbefund			
		n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.
Gronig	m.																
	w.						1			1							
Großrosseln	m.		1														
	w.		1	1													
Güdingen	m.													1			
	w.	1	2								1						
Hemmersdorf	m.	1	1											1			
	w.																
Herbitzheim	m.													1			
	w.		2	3	1												
Hombourg	m.																
	w.		1	1										1			
Kleinblittersdorf	m.																
	w.	1	2				1				1	1		1			
Klein-Rosseln	m.																
	w.		2	1													
Kleinblittersdorf	m.																
	w.		?												1		
Lauterbach	m.				1												
	w.		1	?										1			
Lisdorf	m.														1		
	w.			1													
Herrensohr	m.		1														
	w.		?	1										1			
Neuweiler	m.														1		
	w.		1									1					
Nilbringen	m.		1	1													
	w.	1	1	3										1	1	1	
Niedaltdorf	m.																
	w.		1	1													
Niederwürzbach	m.																
	w.		1														
Nüchten	m.		1	1													
	w.		1	1	1			1						1			
Rosbrück	m.														1		
	w.																
Wolfskirchen	m.																
	w.		1					1									
Saarbrücken	m.	4	7				1				1			3	5	4	
	w.	19	19	11	6		2	2		1		3		10	5	4	
Sonzrath	m.																
	w.			1													

		n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.
Hostenbach	m.			1													
	w.																
Hühnerfeld	m.			1			1									1	
	w.			1													
Hilsweiler	m.											1					
	w.		1														
Hüttersdorf	m.																
	w.											1					
Illingen	m.																
	w.						2										
Jabersburg	m.	1	1	2													
	w.	1	2	6	2			1						1			
Limbel	m.	1	1							1		1		1		1	
	w.	2	10	5										1			
Limberg	m.	1	1								2	1		1		1	
	w.	1	2	1										2	1		
Klarenthal	m.		1												1		
	w.																
Kleinblittersdorf	m.																
	w.	1	3	1		1											
Kleinrosseln	m.																
	w.		1														
Kl. Knorscheid-Eller	m.																
	w.		1	1	1												
Köllerbach	m.						1										
	w.																
Kostenbach	m.																
	w.			1													
Landsweiler-Reden	m.		1														
	w.							1									
Lautenbach	m.			1			1							1	2		
	w.						1										
Lautzkirchen	m.																
	w.		1														
Lebach	m.													1			
	w.																
Limbach	m.							1						2			
	w.	1	3	1							1			1			
Lockweiler	m.							1									
	w.																
Losheim	m.	2	1											1			
	w.	2	4	1	1	1								3	3		
														2	2		

Wohnort		Jodfehlverwertung				Hyperthyreose				Toxisches Adenom				Normalbefund			
		n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	s
Ludweiler	m.														1		
	w.		1												1		
Mainzweiler	m.		1	1													
	w.		1														
Marpingen	m.																
	w.		4	2	3							1		1	1	2	
Mechern	m.																
	w.		1					1									
Medelsheim	m.																
	w.			1													
Mehlingen	m.																
	w.			1													
Menningen	m.			1													
	w.										1				1		
Merchingen	m.																
	w.		1	1													
Merchweiler	m.	1	1											1			
	w.	1		1										3	1		
Merzig	m.	2	7	2	1									1	2	2	
	w.	7	15	5	2			1			2	1		4	5	2	
Mettlach	m.		1											1	1		
	w.		2	3							1						
Mimbach	m.			1													
	w.																
Mondorf	m.		1														
	w.	1		1													
Morscholz	m.				2												
	w.																
Münchwies	m.																
	w.		1											1			
Nalbach	m.		1														
	w.		1														
Neunkirchen	m.	1	3	2						3	3						3
	w.	3	13	3	1		3	9			4	1	1	5	12		
Niederbexbach	m.		1														
	w.		1	1													
Niedergailbach	m.																
	w.		1	1													
Niederkirchen	m.																
	w.			1											1		
Niederlinxweiler	m.																
	w.		1	1													

		n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.
[illegible]	m.		1	2													
	w.		2		1												
[illegible]schwarzbach	m.	1	3	1										1			
	w.		4	5				1									
[illegible]onfeldern	m.																
	w.		3	5													
[illegible]os[illegible]dal	m.	1	1														
	w.		1					1									
[illegible]nhochheim	m.																
	w.		2														
[illegible]berbaibach	m.		1								1			1			
	w.		1					1						1			
[illegible]chenkirchen	m.																
	w.		1	1													
[illegible]chenbach	m.		1														
	w.		1														
[illegible]chenbach	m.																
	w.	1	1	2				1		1	1						
[illegible]chenkirchen	m.																
	w.			1												1	
[illegible]ach	m.		1	1													
	w.		1	4			1										
[illegible]ach	m.																1
	w.			1													
[illegible]ach	m.																
	w.	1						1									
[illegible]ler	m.																
	w.		2											1	1		
[illegible]	m.																
	w.			1													
[illegible]ttlichen	m.		1	1													
	w.			1													
[illegible]ersbach	m.																
	w.			1				1						1	1		
[illegible]ach	m.																
	w.																
[illegible]hausen	m.			1													
	w.																
[illegible]ach	m.															1	
	w.			3				1						1	1		
[illegible]ach	m.	1	1											2			
	w.	1	1														

Wohnort		Jodfehlverwertung				Hyperthyreose				Toxisches Adenom				Normalbefund			
		n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.
Remmerswieler	m.			1													
	w.																
Rentrich	m.																
	w.		1	1													
Riegelsberg	m.										1			2			
	w.		1	1										1			
Rirlingen	m.							1									
	w.		1	2				1							1		
Rohrbach	m.	1			1										1		
	w.		1			1					1				1		
Salbbecken	m.	3	4	2				1						6	4		
	w.	12	24	12		4	3	2		1	1	3		14	14	4	
Schwalzbach	m.		1												1		
	w.			1													
Scharlottis	m.		1											1			
	w.	1	2	2				1				1			1		
St.Ingbert	m.	1	3	1										2			
	w.	8	8	14	2		2	3						11	5	3	
St.Wendel	m.			1													
	w.		2	3				1		1		1		1	1	1	
Teelbach	m.			1													
	w.			1													
Telbach	m.																
	w.												1				
Tien	m.																
	w.		1	2													
Tiersburg	m.		1														
	w.																
Tilwingen	m.																
	w.		1					1			1						
Titzerath	m.																
	w.				1												
Tolsen	m.			1													
	w.	1	1	1							2			1	1		
Trabach	m.		1														
	w.			1									1				
Tteinbach	m.		2									1		1			
	w.		1							1	1				1		
Tteinberg	m.																
	w.		1														
Tulzbach	m.		1					1		1				1			
	w.		3	2	2			1						2	1	1	

		n.	lv.	mv	sv.	n.	lv.	v.	sv.	n.	lv.	v.	sv.	n.	lv.	v.	sv.
Schr[illegible]	.																
	.																
Schaf[illegible]	.																
	.																
Schcidt	m.		2	1											1		
	w.		1											1			
Schi[illegible]	m.		1														
	w.		1									1					
Schnelz	.																
	w.																
Sch[illegible]	.																
	w.						1								1		
Schwarzenb[illegible]	m.																
	w.		1														
Schwedl[illegible]	.																
	w.			1			1										
Schild	.			1													
	w.			1													
Schöfer	m.	1															
	.		1				1										
Schiffer	m.		1														
	w.		1	1										1			
Schwarzkopf	m.						1										
	.													1			
Schweiler	m.																
	w.														1		
Schreiber	.			1													
	w.		1														
Völklin[illegible]	m.	1	1	1										1			
	w.		6	3			1								1	1	
Wedern	m.		1														
	w.		5	3		1					1						
Wa[illegible]sen	m.		1														
	.		1	1													
Wahlen	.		1	2	1											1	
	w.	2	7				1									1	1
Waldhüter[illegible]	.																
	.		1	1	1												
Weismüller	m.																
	w.	1	1	1													
Wolle[illegible]	.		1													1	
	w.	1	2				1								5		

Wohnort		Jodfehlverwertung				Hyperthyreose				Toxisches Adenom				Normalbefund			
		n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.	n.	lv.	mv.	sv.
Wellingen	m.																
	w.		1	1	1												
Wemmetsweiler	m.													1			1
	w.	2	2	1			1				1						
Werschweiler	m.																
	w.	1												1	1	1	
Wiebelskirchen	m.		1	1													
	w.	2	2	1			1										
Wiesbach	m.																
	w.			1													
Winterbach	m.			1													
	w.		1	3											1	1	
Wittersheim	m.		2														
	w.																
Wolfersweiler	m.																
	w.			1													
Wustweiler	m.																
	w.		1					1									

Dem Direktor des Instituts für Biophysik der Universität des Saarlandes in Homburg Herrn Professor Dr.rer.nat. H. Muth danke ich für die freundliche Überlassung des Themas.

Herrn Professor Dr.rer.nat. Dr.med. E. Oberhausen, Herrn Privatdozent Dr.med. W. Leppla und Herrn Diplomphysiker B. Glöbel danke ich für die freundliche Unterstützung bei meiner Arbeit.

Lebenslauf

Ich wurde am 10. April 1944 als Sohn der Eheleute Dr.med. Paul Berberich und Frau Katharina, geb. Raber, in Neunkirchen/Saar geboren. Vom Herbst 1950 bis zum Herbst 1954 besuchte ich die Kath. Volksschule in der Bachstraße in Neunkirchen. Anschließend besuchte ich das staatliche Realgymnasium Neunkirchen, wo ich am 15. März 1963 die Reifeprüfung ablegte. Vom Sommersemester 1963 an studierte ich Medizin an der Universität des Saarlandes, wo ich im Frühjahr 1964 das Vorphysikum, im Herbst 1965 das Physikum und im Dezember 1968 die ärztliche Prüfung ablegte. Seit 1. Februar 1969 bin ich im Knappschaftskrankenhaus, Neunkirchen als Medizinalassistent tätig.